

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2005 Thomson Derwent. All rts. reserv.

014418853 **Image available**
WPI Acc No: 2002-239556/200229

XRPX Acc No: N02-184728

**Power converter has holder/substrate stack, electrically/thermally
conducting insert part between semiconducting substrates with at least
third electrical connector**

Patent Assignee: BOSCH GMBH ROBERT (BOSC); GOERLACH A (GOER-I);
KNAPPENBERGER U (KNAP-I); RUF C (RUF-C-I); SPITZ R (SPIT-I); URBACH P
(URBA-I); WALLRAUCH A (WALL-I)

Inventor: GOERLACH A; KNAPPENBERGER U; RUF C; SPITZ R; URBACH P; WALLRAUCH
A

Number of Countries: 090 Number of Patents: 008

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
WO 200163671	A1	20010830	WO 2001DE666	A	20010221	200229 B
AU 200142267	A	20010903	AU 200142267	A	20010221	200229
DE 10009171	A1	20010913	DE 10009171	A	20000226	200229
EP 1264346	A1	20021211	EP 2001915025	A	20010221	200301
			WO 2001DE666	A	20010221	
TW 508832	A	20021101	TW 2001104133	A	20010223	200352
US 20030142480	A1	20030731	WO 2001DE666	A	20010221	200354
			US 2002220085	A	20021204	
JP 2003525007	W	20030819	JP 2001562758	A	20010221	200356
			WO 2001DE666	A	20010221	
US 6774476	B2	20040810	WO 2001DE666	A	20010221	200453
			US 2002220085	A	20021204	

Priority Applications (No Type Date): DE 10009171 A 20000226

Patent Details:

Patent No Kind Lan Pg Main IPC Filing Notes

WO 200163671 A1 G 36 H01L-025/07

Designated States (National): AE AL AM AT AU AZ BA BB BG BR BY CA CH CN
CU CZ DK EE ES FI GB GD GE GH GM HR HU ID IL IN IS JP KE KG KP KR KZ LC
LK LR LS LT LU LV MD MG MK MN MW MX NO NZ PL PT RO RU SD SE SG SI SK SL
TJ TM TR TT UA UG US UZ VN YU ZA ZW

Designated States (Regional): AT BE CH CY DE DK EA ES FI FR GB GH GM GR
IE IT KE LS LU MC MW MZ NL OA PT SD SE SL SZ TR TZ UG ZW

AU 200142267 A Based on patent WO 200163671

DE 10009171 A1 H01L-025/07

EP 1264346 A1 G H01L-025/07 Based on patent WO 200163671

Designated States (Regional): AL AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT
LI LT LU LV MC MK NL PT RO SE SI TR

TW 508832 A H01L-029/861

US 20030142480 A1 H05K-007/20

JP 2003525007 W 29 H02M-007/04 Based on patent WO 200163671

US 6774476 B2 H01L-023/02 Based on patent WO 200163671

Abstract (Basic): WO 200163671 A1

NOVELTY - The power converter has semiconducting substrates (15),
each with contact surfaces (16,17), two thermally conducting holders
(11,12) with electrical connectors (B+,B-), an attachment arrangement
and at least a third connector. The holders and substrates form a
stack. The holders hold the substrates between them. An electrically

and thermally conducting insert part between the semiconducting substrates has at least the third connector (U,V,W).

DETAILED DESCRIPTION - INDEPENDENT CLAIMS are also included for the following: a method of manufacturing a power converter.

USE - For converting or controlling electrical energy, e.g. for rectification and inversion.

ADVANTAGE - The design is significantly simplified, the space required is reduced and the cost of manufacture is substantially reduced.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a schematic representation of a power converter

semiconducting substrates (15)

contact surfaces (16,17)

holders (11,12)

electrical connectors (B+,B-, U,V,W)

pp; 36 DwgNo 2/7

Title Terms: POWER; CONVERTER; HOLD; SUBSTRATE; STACK; ELECTRIC; THERMAL; CONDUCTING; INSERT; PART; SEMICONDUCTOR; SUBSTRATE; THIRD; ELECTRIC; CONNECT

Derwent Class: U11; U24; V04; X12

International Patent Class (Main): H01L-023/02; H01L-025/07; H01L-029/861;

H02M-007/04; H05K-007/20

International Patent Class (Additional): H01L-021/50; H01L-023/04;

H01L-023/492; H02M-001/00; H02M-007/00; H02M-007/06

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): U11-D02A1; U11-F02A1; U24-D01G; V04-T03A; X12-J01G

?



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

①2 **Offenlegungsschrift**
①0 **DE 100 09 171 A 1**

⑤1 Int. Cl. 7:
H 01 L 25/07

H 01 L 23/492
H 01 L 23/04
H 01 L 21/50
H 02 M 7/00
H 02 M 1/00

②1 Aktenzeichen: 100 09 171.7
②2 Anmeldetag: 26. 2. 2000
④3 Offenlegungstag: 13. 9. 2001

DE 100 09 171 A 1

⑦1 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:
Spitz, Richard, 72766 Reutlingen, DE; Goerlach,
Alfred, 72127 Kusterdingen, DE; Wallrauch,
Alexander, 72810 Gomaringen, DE; Ruf, Christoph,
Dr., 72800 Eningen, DE; Urbach, Peter, 72762
Reutlingen, DE; Knappenberger, Uwe, 75417
Mühlacker, DE

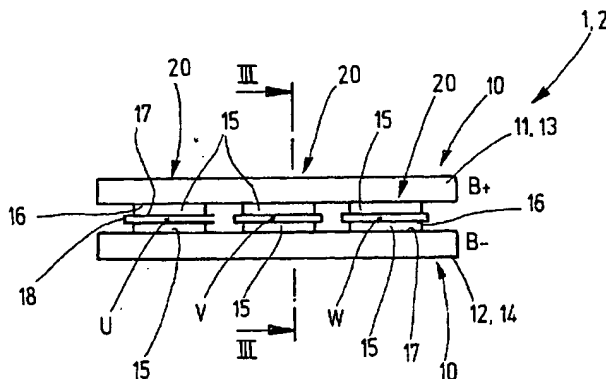
⑤6 Entgegenhaltungen:
DE 196 17 055 C1
DE 199 26 756 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Stromrichter und sein Herstellverfahren

⑤7 Die Erfindung betrifft einen Stromrichter (1) mit zumindest zwei Halbleitersubstraten (15), von denen jedes zumindest zwei Kontaktflächen (16, 17) aufweist, zwei die Halbleitersubstrate (15) tragende, thermisch leitende Aufnahmeteile (11, 12), die jeweils einen elektrischen Anschluss (B+, B-) aufweisen, einem an einem der Aufnahmeteile (11, 12) ausgebildeten Befestigungsmittel (22) und mit zumindest einem dritten elektrischen Anschluss (U, V, W), der sich dadurch auszeichnet, dass die Aufnahmeteile (11, 12) und die Halbleitersubstrate (15) Stapel (20) bilden, dass die Aufnahmeteile (11, 12) die Halbleitersubstrate (15) zwischen sich aufnehmen und dass zwischen den Halbleitersubstraten (15) ein elektrisch und thermisch leitendes Einlegeeteil (18) angeordnet ist, das zumindest den dritten Anschluss (U, V, W) aufweist.



DE 100 09 171 A 1



Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Stromrichter gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie die Herstellung eines Stromrichters.

Stand der Technik

Stromrichter der hier angesprochenen Art sind in den verschiedensten Ausführungsformen bekannt. Sie dienen zum Umformen oder Steuern elektrischer Energie. Stromrichter können als Gleichrichter, Wechselrichter, Umrichter für Gleichstrom und Umrichter für Wechselstrom ausgebildet sein. Entsprechend diesen Ausführungsformen weisen die Stromrichter Stromrichterventile, insbesondere Dioden, Thyristoren, Transistoren, MOSFET's, IGBT's und Triac's auf. Es sind also steuerbare und nicht-steuerbare Stromrichterventile bekannt. Im Kraftfahrzeugbereich werden Stromrichter insbesondere als Gleichrichter eingesetzt, die die von einem Generator gelieferte Wechselgröße in eine Gleichgröße umsetzen. Hauptsächlich finden Drehstromgeneratoren Verwendung, die mehrere zueinander phasenversetzte Wechselspannungen liefern. Der Gleichrichter muss entsprechend mehrpolig ausgebildet sein. Derartige Gleichrichter weisen eine entsprechende Anzahl einzelner, diskreter Leistungsdioden auf, die die Gleichrichterbaugruppe bilden. Diese umfasst zwei Anschlussbleche, von denen eines den positiven und das andere den negativen Spannungsanschluss bilden. Beide Anschlüsse sind gegeneinander elektrisch isoliert. In die Bleche können die Dioden mit ihrem Gehäuse eingepresst sein. In der Regel wird das negative Anschlussblech zur thermischen und elektrischen Kontaktierung am Lagerschild des Generators befestigt. Der positive Anschluss weist einen Bolzen auf, um die Spannung abgreifen zu können. Für die Kühlung dieses positiven Anschlusses ist dieser als Kühlkörper ausgebildet. Er kann im Luftstrom des Generatorlüfters liegen oder durch thermische Ankopplung mit Hilfe einer Wärmeleitfolie ebenfalls an das Lagerschild des Generators angekoppelt sein.

Bei der thermischen Konzeption einer einzelnen Einpressdiode und des vollständigen Gleichrichters müssen zwei unterschiedliche Betriebsfälle berücksichtigt werden. Im Normalbetrieb bei im wesentlichen konstanter Last des Generators treten im Strompfad jeder Diode einige zehn Watt Verlustleistung auf, die als Wärme über den negativen und/oder positiven Anschluss abgeführt werden muss. Der zweite, sogenannte Load-Dump-Fall tritt bei einem plötzlichen Lastabwurf auf, nach dem der Generatorregler eine gewisse Zeitspanne benötigt, um den Strom der Erregerwicklung anzupassen und die Generatorspannung abzuregeln. Um hohe Spannungsspitzen im Bordnetzes in diesem Zeitraum zu vermeiden, können die Gleichrichterioden als Zenerdioden ausgebildet sein, die für kurze Zeit in der Lage sind, die gesamte Leistung des Generators aufzunehmen.

Die hierbei auftretenden Verlustleistungen können in der Größenordnung mehrerer Kilowatt liegen. Die dann entstehende Wärme an den Gleichrichterioden kann nicht über die Kühlkörper abgeführt werden, sondern wird im Diodengehäuse selbst durch eine ausreichend dimensionierte Kupfermasse aufgefangen, die somit als Wärmepuffer dient. Es zeigt sich also, dass die bekannten Stromrichter aufwendig aufgebaut und außerdem relativ groß sind, da – bei einem Drehstrom-Brückengleichrichter – sechs Einzeldioden mittels kompliziert aufgebauten Anschlussblechen gekühlt werden müssen. Außerdem ergibt sich ein hoher Verdrahtungsaufwand für die Verbindung der einzelnen Dioden und für die elektrische Anbindung des Stromrichters an die elektrische Maschine, beispielsweise Generator.

Vorteile der Erfindung

Ein Stromrichter mit den in Anspruch 1 genannten Merkmalen bietet demgegenüber den Vorteil, dass eine wesentliche Vereinfachung des Aufbaus und Reduzierung des Platzbedarfs des Stromrichters gegeben und damit auch eine erhebliche Kostensenkung für die Herstellung verbunden ist. Insbesondere dadurch, dass die als elektrischer Anschluss dienenden Aufnahmeteile und die Halbleitersubstrate einen Stapel bilden und zwischen den Halbleitersubstraten ein thermisch und elektrisch leitendes Einlege teil angeordnet ist, das den elektrischen Anschluss erlaubt, ist eine thermische Kopplung zwischen den beiden Aufnahmeteilen erreicht. Somit genügt es, wenn eines der Aufnahmeteile mit seinem Befestigungsmittel an einem separaten Kühlkörper, beispielsweise an einem Generatorlagerschild, angeordnet wird, um die Verlustwärme ableiten zu können. Es ergibt sich also ein Wärmefluss von den in der Nähe des einen (oberen) Aufnahmeteils angeordneten Halbleitersubstraten über die dazwischen liegenden Halbleitersubstrate und das Einlege teil zu dem anderen (unteren) Aufnahmeteil. Durch die stapelweise Anordnung der Halbleitersubstrate zwischen den Aufnahmeteilen sind beide Aufnahmeteile außerdem elektrisch gegeneinander isoliert, so dass hierfür keine weiteren Bauteile oder Maßnahmen erforderlich sind. Es zeigt sich, dass ein zusätzlicher Kühlkörper für eines der Aufnahmeteile entfallen kann. Insbesondere bei Drehstrom-Brückenstromrichtern ergibt sich bei der erfindungsgemäßen Anordnung der Vorteile, dass jeweils der Plus- und Minusanschluss an einem der Aufnahmeteile als gemeinsame Stromschiene ober- beziehungsweise unterhalb der Stromrichterventile ausgeführt werden kann und außerdem eine zusätzliche Verdrahtung weitgehend entfällt, da das zwischen den Stromrichterventilen angeordnete Einlege teil als drehstromseitiger Anschluss dient.

Es wird klar, dass die Erfindung nicht auf Gleichrichter für den Einsatz bei Drehstromgeneratoren beschränkt ist. Selbstverständlich können damit alle anderen Arten von Stromrichtern realisiert werden. Wird beispielsweise das Einlege teil zweipolig ausgebildet und weist das Halbleitersubstrat an seiner dem Einlege teil zugewandten Fläche zwei Kontaktflächen auf, können selbstverständlich auch steuerbare Stromrichterventile, insbesondere Thyristoren und Transistoren, MOSFET's und IGBT's verwendet werden. Der Einsatz des erfindungsgemäßen Stromrichters ist also in vielen Umform- und Steuerbereichen der elektrischen Energie verwendbar.

Um die thermische und elektrische Leitfähigkeit der Aufnahmeteile zu realisieren, sind diese in bevorzugter Ausführungsform aus Kupfer hergestellt oder weisen zumindest Kupfer auf. Sie können plattenförmig ausgebildet sein, wobei insbesondere bei dem Aufnahmeteil mit dem Befestigungsmittel eine ebene Fläche vorgesehen ist, um eine große Wärmeübergangsfläche zu dem Lagerschild des Generators bereitzustellen, so dass die entstehende Wärme gut an das Generatorgehäuse abgegeben werden kann. Selbstverständlich ist es auch möglich, den Stromrichter nicht direkt an dem Generator, sondern an einem anderen als Kühlkörper dienenden Element zu befestigen.

Wird der Stromrichter am Lagerschild einer elektrischen Maschine, insbesondere Generator, befestigt, ergeben sich außerdem Vorteile für die Konzeption der Maschine: Durch die geringe Baugröße des Stromrichters können am Lagerschild vergrößerte Lufteintrittsöffnungen ausgebildet werden, durch die entweder die Kühlung und damit der Wirkungsgrad der Maschine, oder das Lüfterrad der Maschine verkleinert werden kann, um damit die Geräuschemission zu verringern. Selbstverständlich lässt sich der Stromrichter



auch an einer flüssigkeitsgekühlten Maschine befestigen. Durch die geringe Baugröße des Stromrichters ergibt sich ferner eine hohe Flexibilität bei der Anordnung an einer Maschine. Der Stromrichter kann an einer Klauenpolmaschine, insbesondere Klauenpolgenerator eines Kraftfahrzeugs, an der A- oder B-Seite angeordnet werden. Durch die geringen Abmessungen des kompakten Stromrichters ergibt sich auch eine höhere mechanische Stabilität gegenüber Stoss- und Rüttelbeanspruchungen, so dass besonders bei seinem Einsatz im Kraftfahrzeug eine hohe und dauerhafte Funktionssicherheit gegeben ist.

Mit dem in Anspruch 8 genannten Herstellungsverfahren lässt sich ein Stromrichter, insbesondere der vorstehend erwähnten Art, leicht und kostengünstig herstellen. Es ist bei der Herstellung vorgesehen, dass die Bauteile aufeinander geschichtet werden, wobei zwischen den Bauteilen zumindest bereichsweise ein elektrisch leitendes Kontaktmittel aufgebracht wird. Bei dem Aufeinandererschichten der Bauteile (Aufnahmeteile, Halbleitersubstrate und Einlege-
teile) können diese der Reihe nach aufeinander gelegt werden, wobei jeweils dazwischen das Kontaktmittel vorliegt. Es ist jedoch auch möglich, dass Teilbaugruppen vorgefertigt werden. So ist es beispielsweise möglich, auf jedem Aufnahmeteil eines der Halbleitersubstrate mittels des Kontaktmittels zu befestigen. Beide Aufnahmeteile werden dann unter Einbindung des Einlege-
teils zusammengefügt und mittels des Kontaktmittels miteinander verbunden. Die Reihenfolge ist also nahezu beliebig wählbar, wobei jedoch immer die Stapelanordnung der Bauteile gewählt wird.

Bei einem Ausführungsbeispiel kann das Kontaktmittel eine Lotpaste oder Lotfolie sein. Die Lotpaste wird zumindest auf eines der Bauteile, die zusammengefügt werden sollen, aufgetragen. Bei Verwendung der Lotpaste ist es vorteilhaft, dass diese eine gewisse Adhäsionswirkung aufbaut, so dass die aufeinander liegenden Teile aneinander haften und so in einem nachfolgenden Erwärmungsprozess während der Montage nicht verrutschen und genau ausgerichtet miteinander verbunden werden.

Alternativ ist es jedoch auch möglich, das Kontaktmittel durch Diffusionslöten oder Leitleben herzustellen. Beim Leitleben wird ein Klebemittel verwendet, das partiell elektrisch leitfähig ist, in dem also beispielsweise elektrisch leitende Partikel enthalten sein können.

Um das Fügen der Bauteile bei der Vormontage zu erleichtern, kann zwischen den Aufnahmeteilen ein elektrisch nicht leitender Abstandhalter angeordnet sein. Dieser kann so ausgebildet sein, dass ein im wesentlichen geschlossenes Gehäuse gebildet wird, bei dem die Gehäusewandungen durch die Aufnahmeteile und den Abstandhalter gebildet werden. Dieser Abstandhalter kann als Teilbaugruppe mit dem Einlege-
teil ausgebildet sein. Es ist möglich, den Abstandhalter nach dem Verbinden der Bauteile mit dem Kontaktmittel wieder zu entfernen. Er kann allerdings auch so lange angeordnet bleiben, bis der zwischen den Aufnahmeteilen vorliegende freie Raum mit einer Vergussmasse ausgefüllt oder mit Kunststoff ausgespritzt ist. Er kann jedoch auch nach dem Verfüllen der freien Räume zwischen den Aufnahmeteilen verbleiben.

Insbesondere bei mehrpoligen Stromrichtern, bei denen also mehrere Halbleiterstapel nebeneinander liegen, können die zwischen zwei Halbleitersubstraten liegenden Einlege-
teile miteinander verbunden sein. Es können Anschlussfahnen vorgesehen sein, die über den Häuserand überstehen. Am Ende der Fahnen können diese miteinander verbunden sein. Dadurch wird die Montage des Stromrichters vereinfacht. Nach der vollständigen Montage können die Einlege-
teile, insbesondere deren Anschlussfahnen, mechanisch voneinander getrennt werden.

Insbesondere bei der Vormontage ist vorgesehen, dass die Bauteile vorfixiert werden. Hierzu können beispielsweise an den sich zugewandten Seiten der Aufnahmeplatten Stifte oder Ausnehmungen ausgebildet sein, die mit an dem Abstandhalter ausgebildeten Stiften oder Ausnehmungen zusammenwirken, indem die Stifte in die Ausnehmungen eingriffen. Der Abstandhalter kann also außerdem als Vorfixierelement verwendet werden, der – wie vorstehend erwähnt – nach der Montage entfernt werden kann.

Ist – wie eben beschrieben – ein Vergießen oder Ausspritzen der freien Räume vorgesehen, können die Seitenränder der Halbleitersubstrate mit einem Schutzlack lackiert werden, um die Substrate vor den in manchen Fällen auch chemisch aggressiven Vergussmassen beziehungsweise Kunststoffen und vor Feuchtigkeit zu schützen.

Weitere Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Zeichnung

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen mit Bezug auf die Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 das Schaltbild eines Stromrichters,
- Fig. 2 den prinzipiellen Aufbau eines Stromrichters,
- Fig. 3 eine Schnittansicht des Stromrichters nach Fig. 2,
- Fig. 4 eine Explosionsdarstellung ein erstes Ausführungsbeispiel einer Stromrichteranordnung,
- Fig. 5 in Explosionsdarstellung ein zweites Ausführungsbeispiel einer Stromrichteranordnung,
- Fig. 6 in Explosionsdarstellung ein drittes Ausführungsbeispiel einer Stromrichteranordnung, und
- Fig. 7 einen mit einem Kunststoffgehäuse (Moldgehäuse) versehenen Stromrichter.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Fig. 1 zeigt das Schaltbild eines Stromrichters 1, der für die weiteren Betrachtungen als Gleichrichter 2 angenommen wird. Der Stromrichter 1 weist zumindest zwei, hier sechs Stromrichterventile 3 bis 8 auf, die im Falle des Gleichrichters 2 als Dioden, insbesondere Zenerdioden, realisiert sind. Bei dem in Fig. 1 dargestellten Stromrichter handelt es sich um einen sogenannten Sechs-Puls-Brückens-
stromrichter, der einen Drehstromanschluss 9 mit drei Phasenanschlüssen U, V und W besitzt. Außerdem weist der Stromrichter 1 einen Gleichspannungsanschluss 10 auf, der einen positiven Anschluss B+ und einen negativen Anschluss B– umfasst. In bevorzugter Ausführungsform ist der Stromrichter 1 als dreipoliger Gleichrichter ausgebildet. Es wird jedoch klar, dass selbstverständlich auch mehr- oder weniger-polige Stromrichtertypen realisiert sein können.

Anhand der Fig. 2 und 3 wird im Folgenden der Aufbau des Stromrichters 1 beschrieben. Gleiche beziehungsweise gleichwirkende Teile wie in Fig. 1 sind mit denselben Bezugszeichen versehen. Der Gleichstromanschluss 10 wird durch zwei thermisch und elektrisch leitende Aufnahmeteile 11 und 12 gebildet, die mit Abstand zueinander liegen. Das Aufnahmeteil 11 bildet den B+ Anschluss des Gleichstromanschlusses 10; das Aufnahmeteil 12 bildet den B– Anschluss des Gleichstromanschlusses 10. Die Aufnahmeteile 11 und 12 sind in bevorzugter Ausführungsform als Platten 13 und 14 realisiert. Die Stromrichterventile 3 bis 8 sind als Halbleitersubstrate 15 ausgebildet, wobei jedes Halbleitersubstrat 15 eine obere und untere elektrische Kontaktfläche 16 beziehungsweise 17 aufweist. Zwei Halbleitersubstrate 15 sind aufeinander gestapelt zwischen den Platten 13 und 14 angeordnet. Zwischen zwei Halbleitersubstraten 15 be-

findet sich ein elektrisch und thermisch leitendes Einlege-
 teil **18**, das eine Anschlussfahne **19** besitzt, die aus dem Bereich
 zwischen den beiden Platten **13** und **14** herausragt, wie dies
 in Fig. 3 wiedergegeben ist. Somit bilden zwei hintereinan-
 der angeordnete Halbleitersubstrate **15** zusammen mit den
 Platten **13** und **14** und dem Einlege-
 teil **18** einen Stapel **20** mit mehreren Lagen. Ist der Stromrichter dreipolig ausgebil-
 det, liegen drei Stapel **20** vor. Dadurch, dass die Halbleiter-
 substrate **15** an ihrer Ober- und Unterseite die elektrischen
 Kontaktflächen **16** und **17** aufweisen, können der Dreh-
 stromanschluss **9** und der Gleichstromanschluss **10** leicht an
 den Halbleitersubstraten **15** angebracht werden. Somit bil-
 det jedes Einlege-
 teil **18** einen Anschluss U, V, W des Dreh-
 stromanschlusses **9** und – wie vorstehend erwähnt – jedes
 Aufnahmeteil **11** und **12** einen Anschluss des Gleichstrom-
 anschlusses **10**.

Wie aus den Fig. 2 und 3 hervorgeht, sind die Halbleiter-
 substrate **15** flach ausgebildet und weisen kein Gehäuse auf.
 Als Halbleitersubstrate **15** kommen – je nach gewünschter
 Stromrichterfunktion – verschiedene Stromrichterventile
 zum Einsatz. Im Falle des Gleichrichters **2** sind vorzugs-
 weise sogenannte axiale pn-Dioden eingesetzt, bei denen
 der p-n-Übergang im wesentlichen rechtwinklig zur Zeich-
 nungsebene liegt. Das heißt, dass eine p- oder n-Schicht ei-
 nes Halbleitersubstrats **15** an dem Anschluss-
 teil **11** und die andere n- oder p-Schicht am Einlege-
 teil **18** jeweils mit ihren
 Kontaktflächen **16** und **17** anliegt. Selbstverständlich kön-
 nen jedoch auch andere Halbleitersubstrate verwendet
 werden, wie beispielsweise Planarbauelemente oder, bei ent-
 sprechenden mit Lot-Depots versehenen Kontaktflächen,
 auch integrierte Schaltkreise. Selbstverständlich können
 auch mehr als zwei Kontaktflächen **16** und **17** vorgesehen
 sein. Hierbei kann dann vorgesehen sein, dass das Einlege-
 teil **18** mehrere Anschlussfahnen **19** umfasst die jeweils ei-
 ner Kontaktfläche zugeordnet sind. Beispielsweise die un-
 tere Kontaktfläche **17** des Halbleitersubstrats **15** kann meh-
 rere Teilkontaktflächen aufweisen. Es zeigt sich, dass bei
 einfachen Geometrie-
 anpassungen des Drehstromanschlusses **9** und Gleichstromanschlusses **10** auch Parallelschaltun-
 gen mehrerer Halbleitersubstrate **15** zur Stromerhöhung
 oder Funktionserweiterung möglich sind.

Gemäß Fig. 4 können die Platten **13** und **14** an den einan-
 der zugewandten Seitenflächen eine Erhöhung **21** aufwei-
 sen, auf denen – im montierten Zustand – die Halbleiter-
 substrate **15** zu liegen kommen. Das Aufnahmeteil **12** weist au-
 ßerdem ein Befestigungsmittel auf, mit dem der zusammen-
 gesetzte Stromrichter **1** an einem Generatorlagerschild befe-
 stigt werden kann. Das Befestigungsmittel ist im vorliegen-
 den Ausführungsbeispiel mit zwei Durchbrüchen **22** reali-
 siert, durch die ein Bolzen steckbar ist. Die Durchbrüche **22**
 und/oder der Bolzen (nicht dargestellt) können Gewinde
 umfassen. Damit ist es möglich, das Aufnahmeteil **12** mit
 seiner der Erhöhung **21** gegenüberliegenden Unterseite **23**
 flächig auf dem Generatorschild anzuordnen. Für einen bes-
 seren Wärmeübergang kann zwischen dem Generatorschild
 und der Unterseite **23** eine Wärmeleitpaste eingebracht wer-
 den.

Das Aufnahmeteil **11** besitzt zumindest eine Aufnahme
24, hier zwei, die jeweils ein Anschlusselement, beispiels-
 weise einen Bolzen, aufnehmen können, damit ein Stromab-
 griff an dem Aufnahmeteil **11** befestigt werden kann. Altern-
 ativ kann an das Aufnahmeteil **11** auch ein Anschluss-
 teil, insbesondere Anschlussblech, angelötet oder geschweißt
 werden.

Zwischen beiden Aufnahmeteilen **11** und **12** ist noch ein
 Abstandhalter **25** anordenbar, der aus elektrisch isolieren-
 dem Material besteht oder dieses umfasst. Im vorliegenden
 Ausführungsbeispiel sind die Einlege-
 teile **18** und der Ab-

standhalter **25** als zusammengesteckte Teilbaugruppe **25'**
 ausgebildet. Hierzu weist der Abstandhalter **25** an einer
 Wandung **26** Durchbrüche auf, durch die die Anschlussfah-
 nen **19** hindurchgreifen. Der Abstandhalter **25** ist hier im
 wesentlichen U-förmig realisiert, so dass bei zusammenge-
 setztem Stromrichter **1** ein Gehäuse entsteht, welches ledig-
 lich an einer Seite offen ist, um beispielsweise eine Verguss-
 masse oder einen Kunststoff einbringen zu können. Die
 Aufnahmeteile bilden somit Deckel und Boden des Gehäus-
 es. Der Abstandhalter **25** kann außerdem Vorfixierelemente
27 aufweisen, die als Stifte ausgebildet sind, die in als Aus-
 nahmen ausgebildete Vorfixierelemente **28** an den Auf-
 nahmeteilen **11** und **12** eingreifen.

Bei der Montage des Stromrichters **1** wird vorzugsweise
 mit dem Aufbau auf dem Aufnahmeteil **12** begonnen. Auf
 der Erhebung **21** wird im Bereich der aufzubringenden
 Halbleitersubstrate **15** ein elektrisch leitendes Kontaktmit-
 tel, beispielsweise Lotpaste oder Lotfolie, aufgebracht. An-
 schließend werden die Halbleitersubstrate **15** mit ihrer unte-
 ren Kontaktfläche **17** auf das Kontaktmittel aufgelegt. An-
 schließend werden die oberen Kontaktflächen **16** mit dem
 Kontaktmittel beschichtet. Danach wird die Teilbaugruppe
25' auf die Platte **12** derart aufgesteckt, dass die Vorfixierele-
 mente **27** in die Vorfixierelemente **28** eingreifen. Anschlie-
 ßend werden die Einlege-
 teile **18** an ihrer freien Seite mit
 dem Kontaktmittel beschichtet, und zwar an der Stelle, an
 der die Halbleitersubstrate **15** zu liegen kommen. Diese wer-
 den anschließend auf das Kontaktmittel am Einlege-
 teil **18** aufgelegt. Nach einer anschließenden Beschichtung der
 Halbleitersubstrate **15** mit dem Kontaktmittel wird schließ-
 lich das Aufnahmeteil **25** aufgesetzt. Somit wird eine vor-
 montierte Stromrichter-Baugruppe **1'** hergestellt, die durch
 die Verwendung von Lotpaste und des Abstandhalters **15**
 vorfixiert ist. Eine anschließende Erwärmung der zusam-
 mengesetzten Stromrichter-Baugruppe **1'** beeinflusst die
 Lotpaste derart, dass eine dauerhafte elektrische Verbindung
 zwischen den Aufnahmeteilen **11**, **12** den Halbleitersubstra-
 ten **15** und den Einlege-
 teilen **19** erreicht wird. Bei der Er-
 wärmung der Stromrichter-Baugruppe **1'** sind die Löttempe-
 raturen zu beachten. Bei Verwendung von Lotpaste oder
 Lotfolie werden unter Umständen Temperaturen von mehr
 als 350°C erreicht. Insbesondere ist dann der Abstandhalter
25 aus einem wärme-
 widerstandsfähigen Material, beispiels-
 weise einer Keramik oder einem hochtemperaturfesten
 Kunststoff, hergestellt. Bei alternativen Fügeverfahren, wie
 Diffusionslöt- oder Leitleben, treten niedrigere Prozess-
 temperaturen auf. Deshalb könnte der Abstandhalter **25** als
 Kunststoffteil ausgebildet sein.

Als Variation des Montageablaufs ist auch ein zweiteili-
 ger Lötprozess denkbar, bei dem zuerst die unteren Halblei-
 tersubstrate **15** auf die Erhebung **21** aufgebracht und mit
 dem Aufnahmeteil **12** durch Löten verbunden werden. Die
 anderen Halbleitersubstrate **15** können in analoger Weise
 mit dem oberen Aufnahmeteil **11** verbunden werden. Somit
 entstehen vorgefertigte Teilbaugruppen **11'**, **12'**, so dass in
 einem weiteren Montageschritt die Teilbaugruppe **25'** einge-
 setzt und mit den übrigen Teilbaugruppen **11'** und **12'** ver-
 bunden werden kann. Der Vorteil dieses Montageablaufs
 liegt in der geringeren Anzahl von Bauteilen, die während
 einem Lötprozess gehandhabt werden müssen, in der Prüf-
 barkeit von Teilmodulen und in der Möglichkeit, unter-
 schiedliche Fügeverfahren in beiden Schritten anzuwenden.
 So können beispielsweise die Halbleitersubstrate **15** mittels
 Lotpaste auf den Aufnahmeteilen **11** und **12** befestigt wer-
 den. Die Einlege-
 teile **18** können anschließend durch Leit-
 kleben an den Halbleitersubstraten **15** befestigt werden. So-
 mit kann die kritische thermische Ankopplung der Halblei-
 tersubstrate **15** an den Aufnahmeteilen **11** und **12** über ein



Hochtemperaturlot erfolgen, während der Kontakt zu den Einlegeteilen 18 mit dem Leitleber hergestellt wird, der ohne die hohen Löttemperaturen aushärtet. Somit könnte der Abstandhalter 25 vorzugsweise aus Kunststoff bestehen.

Anhand von Fig. 5 wird ein weiteres Montagekonzept beschrieben. Gleiche Teile wie in Fig. 4 sind mit denselben Bezugszeichen versehen. Im Folgenden wird daher lediglich auf Unterschiede eingegangen. Das Aufnahmeteil 11 weist seitliche, abtrennbare Erweiterungen 29 auf, die jeweils einen Durchbruch 30 aufweisen. Zur Montage können zwei Führungsbolzen 31 verwendet werden, die in die Durchbrüche 30 und 22 eingesteckt werden können. Der Führungsbolzen 31 bildet somit ein Vorfixierelement 28'. Um ein lediglich einseitig offenes Gehäuse bei der Stromrichter-Baugruppe 1' nach Fig. 5 ausbilden zu können, ist in den Zwischenraum zwischen den beiden Aufnahmeteilen 11 und 12 noch ein als Clip vorliegendes Gehäuseeteil 32 einlegbar, das im wesentlichen U-förmig ausgebildet ist. Um die Montage zu vereinfachen, können die Einlegeteile 18 in einem sogenannten Leadframe-Rahmen 33 eingebunden sein, das heißt, dass die Anschlussfahnen 19 an ihrem freien Ende trennbar miteinander verbunden sind. Der Leadframe-Rahmen 33 weist außerdem noch zwei Schenkel 34 auf, die im wesentlichen parallel zu den Anschlussfahnen 19 liegen. Jeder Schenkel 34 weist einen Durchbruch 35 auf, durch die die Führungsbolzen 31 hindurchgreifen können. Die Führungsbolzen 31 können als Passstifte ausgebildet sein, die Gewinde aufweisen, die in Gewinde der Durchbrüche 22 und 30 eingeschraubt werden können, wobei die Durchbrüche 22 später – wie vorstehend erwähnt – als Befestigungselement des Stromrichters 1 an einem Generator dienen.

Besonders vorteilhaft können nun anstelle der im Zusammenhang mit Fig. 4 beschriebenen Lotpaste als Kontaktmittel nunmehr Lotfolienteile 36 verwendet werden, die die elektrische Verbindung der Halbleitersubstrate 15 mit den Aufnahmeteilen 11 und 12 und den Einlegeteilen 18 herstellen.

Bei zusammengesetzter Stromrichter-Baugruppe 1' nach Fig. 5 und anschließendem Erwärmen werden die elektrischen Kontaktierungen durch die Lotfolien 36 hergestellt. Anschließend kann ein Vergießen oder Einspritzen von Kunststoff in die zwischen den beiden Aufnahmeteilen 11 und 12 vorliegenden freien Bereiche erfolgen, wobei durch das Gehäuseeteil 32 verhindert wird, dass die Vergussmasse oder der Kunststoff ungewollt austritt.

Bei einem Ausführungsbeispiel können die Seitenränder S der Halbleitersubstrate 15 lackiert werden, um zu verhindern, dass die Halbleitersubstrate 15 durch chemisch aggressive Vergussmassen oder Kunststoffe oder eindringende Feuchtigkeit angegriffen werden.

Nachdem die Stromrichter-Baugruppe 1' vollständig montiert ist, können an Trennlinien T die Erweiterungen 30 und die Schenkel 34 abgetrennt werden. Die Führungsbolzen 31 können somit wieder entfernt werden, so dass die Durchbrüche 22 an dem Aufnahmeteil 22 für die Befestigung des Stromrichters 1 an dem Generatorschild verwendet werden können.

Alternativ zu den hier verwendeten Führungsbolzen 31 kann für die Montage auch vorgesehen sein, dass die Aufnahmeteile 11, 12 und der Leadframe-Rahmen 33 miteinander vernietet werden, wobei diese Nietverbindung nach dem Lötprozess wieder ausgestanzt werden kann. Dieses Verfahren ist insbesondere für die Großserienfertigung von Vorteil, da es zusätzliche Passstifte und Gewindebohrungen vermeidet und mit Niet- und Stanzschritten zu konventioneller IC-Verpackung kompatibel ist.

Grundsätzlich ist es bei den vorgeschlagenen Montageschritten auch möglich, wie in Fig. 6 dargestellt, ohne die

Abstandhalter 25 beziehungsweise Führungsbolzen 31 auszukommen. Beispielsweise ist eine entsprechende Lötform denkbar, die die Aufnahmeteile 11, 12 und die Einlegeteile 19 beim Bestückungs- und Lötprozess in Position hält. Bei dieser Variante können die seitlichen, abtrennbaren Erweiterungen 29 entfallen.

Neben den bisher erläuterten Verguss- beziehungsweise Ausspritzverfahren unter Verwendung des Abstandhalters 25 (Fig. 4) sowie eines Clips 32 (Fig. 5 und 6) kann die Verpackung der vor- beziehungsweise fertigmontierten Stromrichter-Baugruppe 1' auch völlig unter Verzicht zusätzlicher Gehäusebestandteile mit einem Moldgehäuse 37 nach Fig. 7 ausgeführt werden. Bei hierfür eingesetzten, in der Halbleiterindustrie weit verbreiteten Moldprozessen wird das zu verpackende Bauteil, in diesem Fall die Stromrichter-Baugruppe 1', in eine ein Ober- und Unterteil umfassende Moldform eingelegt, wobei das Ober- und Unterteil mit hohem Druck gegeneinander verschlossen werden. Durch eine geeignete Geometrie beziehungsweise Innenkontur der Moldform und mit entsprechenden Dichtflächen zwischen Ober- und Unterteil sowie gegenüber den Flächen des Bauteils verbleibt ein definierter Hohlraum in dem und um das Bauteil, der mit einer Kunststoffmasse ausgespritzt werden kann. Dabei wird diese Kunststoffmasse mit definiertem Druck und definierter Temperatur in den Hohlraum eingespritzt. Anschließend härtet die Moldmasse in der Form innerhalb kurzer Zeit aus. Die Form kann geöffnet und das fertig verpackte Bauteil kann ausgestoßen werden.

Bei der Anwendung dieses Moldverfahrens zur Verpackung der in der beschriebenen Stapelbauweise ausgeführten Stromrichter-Baugruppe 1' ist zu beachten, dass die zwischen den Platten 11, 13 und 12, 14 befindlichen Halbleitersubstrate 15 keiner mechanischen Belastung, zum Beispiel durch Schließen und Abdichten der Moldform, ausgesetzt werden dürfen. Aus diesem Grund kann die Dichtung der Form direkt nur gegen die untere Platte 12, 14 erfolgen. Die obere Platte 11, 13 wird daher vollständig umspritzt. Zwischen dieser oberen Platte 11, 13 und der Moldform liegt also einer der vorstehend beschriebenen Hohlräume. Der elektrische B+ Anschluss der Stromrichter-Baugruppe 1' kann dann in Form der in Fig. 7 gezeigten, zusätzlich an der oberen Platte 11, 13 angebrachten seitlich abstehenden Anschlussfahne 38 ausgeführt sein, da diese Fahne 38 in genügend großem Abstand zu den Halbleitersubstraten 15 wieder mechanisch belastet und damit gegenüber der Moldform abgedichtet werden kann. Speziell bei dieser Verpackungsvariante kommt der grundsätzliche Vorteil der erfindungsgemäßen Stapelanordnung der Stromrichter-Baugruppe 1' mit einer vollständigen Wärmeableitung nach unten über die Platte 12, 14 zu einem separaten Kühlkörper besonders zur Geltung, da hier die obere Platte 11, 13 für Kühlmaßnahmen nicht mehr oder nur schlecht zugänglich ist.

Bei den im Zusammenhang mit den Fig. 4 bis 7 beschriebenen Montageabläufen ist es nicht zwingend notwendig, sämtliche Anschlussfahnen 19 auf einer Seite herauszuführen. Vielmehr ist die Richtung jeder Anschlussfahne 19 beliebig wählbar. Insbesondere kann es durch räumliche Anordnung von elektrischen Anschlüssen am Generator notwendig sein, dass zwei Anschlussfahnen 19 auf derselben Seite herausragen und die dritte Anschlussfahne 19 auf der gegenüberliegenden Seite.

Patentansprüche

1. Stromrichter (1) mit zumindest zwei Halbleitersubstraten (15), von denen jedes zumindest zwei Kontaktflächen (16, 17) aufweist, zwei die Halbleitersubstrate (15) tragende, thermisch leitende Aufnahmeteile (11,



12), die jeweils einen elektrischen Anschluss (B+, B-) aufweisen, einem an einem der Aufnahmeteile (11, 12) ausgebildeten Befestigungsmittel (22) und mit zumindest einem dritten elektrischen Anschluss (U, V, W), **dadurch gekennzeichnet**, dass die Aufnahmeteile (11, 12) und die Halbleitersubstrate (15) Stapel (20) bilden, dass die Aufnahmeteile (11, 12) die Halbleitersubstrate (15) zwischen sich aufnehmen und dass zwischen den Halbleitersubstraten (15) ein elektrisch und thermisch leitendes Einlege-
 10 teil (18) angeordnet ist, das zumindest den dritten Anschluss (U, V, W) aufweist.

2. Stromrichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Halbleitersubstrate (15) Stromrichterventile (3 bis 8), insbesondere Zenerdioden, sind.

3. Stromrichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Befestigungselement (22) für die Befestigung des Stromrichters (1) an einer elektrischen Maschine dient.

4. Stromrichter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Stapel (20) der Halbleitersubstrate (15) nebeneinander zwischen den Aufnahmeteilen (11, 12) liegen.

5. Stromrichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufnahmeteile (11, 12) aus Kupfer hergestellt sind oder Kupfer aufweisen.

6. Stromrichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass nebeneinander liegende Halbleitersubstrate (15) zweier Stapel (20) als einzelne Chips oder zusammenhängend ausgebildet sind.

7. Stromrichter nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufnahmeteile (11, 12) im wesentlichen plattenförmig ausgebildet sind.

8. Verfahren zur Herstellung eines Stromrichters (1) mit zumindest zwei Halbleitersubstraten (15) von denen jedes zumindest zwei Kontaktflächen (16, 17) aufweist, zwei die Halbleitersubstrate (15) tragende, thermisch leitende Aufnahmeteile (11, 12), die jeweils einen elektrischen Anschluss (B+, B-) aufweisen, einem an einem der Aufnahmeteile (11, 12) ausgebildeten Befestigungsmittel (22) und mit zumindest einem dritten elektrischen Anschluss (U, V, W), bei dem eines der Aufnahmeteile (11, 12), eines der Halbleitersubstrate (15), das Einlege-
 45 teil (18), das andere Halbleitersubstrat (15) und das andere Aufnahmeteil (11, 12) aufeinandergelegt werden, wobei zwischen zwei Lagen zumindest bereichsweise ein elektrisch leitendes Kontaktmittel (36) eingebracht wird.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass als Kontaktmittel (36) eine Lotpaste oder Lotfolie verwendet wird.

10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Kontaktmittel (36) durch Diffusionslöt-
 50 oder Leitleben hergestellt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der zusammengesetzte Stromrichter (1) erwärmt wird.

12. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zuerst auf beiden Aufnahmeteilen (11, 12) jeweils ein Halbleitersubstrat (15) mit dem Kontaktmittel (36) befestigt wird und dass dann das Halbleitersubstrat (15) mit dem Einlege-
 55 teil (18) mittels des Kontaktmittels (36) verbunden wird.

13. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den

beiden Aufnahmeteilen (11, 12) ein elektrisch nicht leitender Abstandhalter (25, 31) angeordnet wird.

14. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstandhalter (25, 31) und das Einlege-
 60 teil (18) eine trennbare Baugruppe (25') bilden.

15. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere Halbleitersubstrate (15) nebeneinander auf einem Aufnahmeteil (11, 12) angeordnet werden.

16. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Einlege-
 65 teile (18) bei der Montage miteinander verbunden sind und erst nach der Montage des Stromrichters (1) voneinander getrennt werden.

17. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zwischen den beiden Aufnahmeteilen (11, 12) vorliegende freie Bereich mit einer Vergussmasse ausgefüllt wird.

18. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Lagen mittels Vorfixierelementen (27, 28, 28') vorfixiert werden.

19. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorfixierelemente (27, 28, 28') nach der Montage entfernt werden.

20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Einbringen der Vergussmasse die Seitenränder (S) der Halbleitersubstrate (15) lackiert werden.

21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der zwischen den beiden Aufnahmeteilen (11, 12) vorliegende freie Bereich mit Kunststoff ausgespritzt wird.

22. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Stromrichter (1) als vormontierte Stromrichter-Baugruppe (1') zumindest bereichsweise mit Kunststoff umspritzt wird.

23. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Umspritzen der Stromrichter-Baugruppe (1') nach einem Moldverfahren erfolgt, bei dem die Stromrichter-Baugruppe (1') von einer Moldform aufgenommen wird, in die durch eine Öffnung die Kunststoffmasse eingespritzt wird.

24. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Moldform so ausgebildet ist, dass der Drehstromanschluss (9), der Gleichstromanschluss (10), an dem einen Aufnahmeteil (12) ausgebildete Befestigungsmittel (22) und die Unterseite des Aufnahmeteils (12) aus der das Moldgehäuse (37) bildenden Kunststoffmasse herausragen.

25. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das andere Aufnahmeteil (11) vollständig innerhalb des Moldgehäuses (37) liegt.

26. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Spritzen des Moldgehäuses (37) an dem anderen Aufnahmeteil (11) eine Anschlussfahne (38) befestigt wird, die nach dem Spritzen aus dem Moldgehäuse (37) herausragt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen



- Leerseite -

X

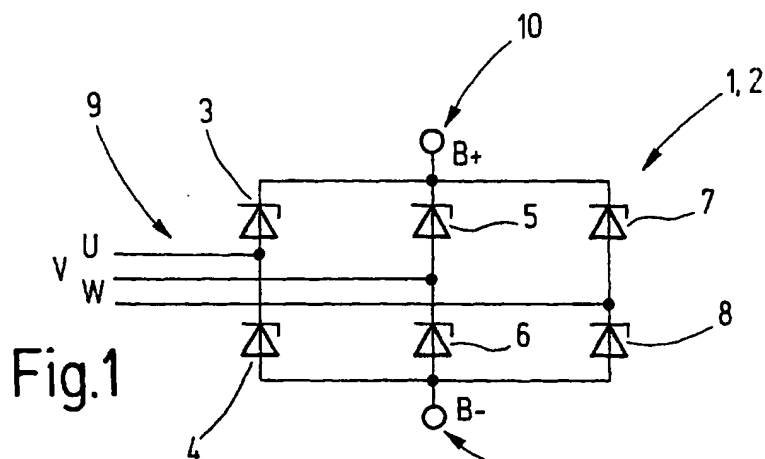


Fig. 1

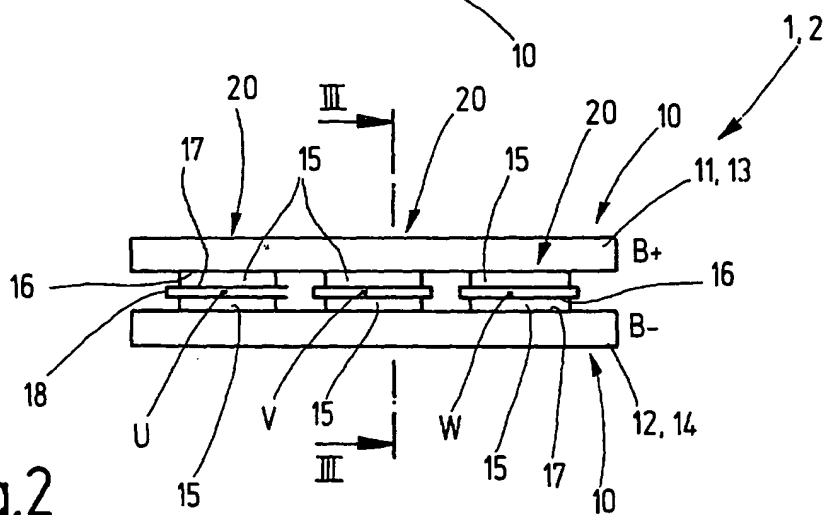


Fig. 2

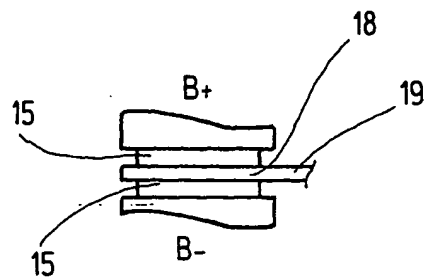


Fig. 3

